Az adott n törésmutatójú anyagból készült szélső, konkáv-konvex lencsék mindegyikének erőssége (fókusztávolságának reciproka):

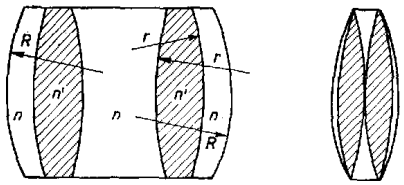
$$(n-1)\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{r}\right),$$

az ugyanezen anyagból készült középső, bikonkáv lencse erőssége:

$$-(n-1)\cdot\frac{2}{r}.$$

Az n' törésmutatójú anyagból készült bikonvex lencsék mindegyikének erőssége:

$$(n'-1)\cdot\frac{2}{r}.$$



1. ábra

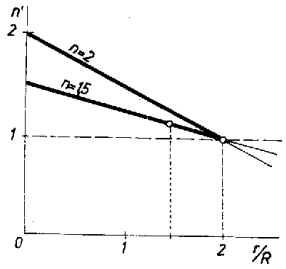
Az a kívánság, hogy a lencserendszer ne nagyítson, nyilvánvalóan úgy értendő, hogy a tárgy semmiféle elhelyezése mellett se nagyítson, vagyis planparalel lemezként viselkedjen, és így eredő fókusztávolsága végtelen, lencseerőssége nulla legyen. Az 5 lencse erősségét összegezzük, és az összeget 0-val tesszük egyenlővé:

$$2(n-1)\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{r}\right)-(n-1)\cdot\frac{2}{r}+2(n'-1)\cdot\frac{2}{r}=0.$$

Ennek az egyenletnek a megoldása n'-re nézve:

$$n'=n\left(1-\frac{r}{2R}\right)+\frac{r}{2R}=n-\frac{r}{2R}(n-1). \tag{1}$$

Tehát a geometriai méretek, illetőleg az r/R hányados a lényeges. 2. ábránk, mint az (1) alatti megoldás grafikus ábrázolása mutatja meg, hogy adott n esetében különböző r/R értékekhez mekkora n' tartozik. Az (1) alatti eredményt ábrázoló egyenesek mind átmennek az $r/R=2,\ \ n'=1$ ponton.



2. ábra

Mivel a törésmutató nem lehet 1-nél kisebb, ezért r/R értékei nem lehetnek 2-nél nagyobbak, vagyis a külső rádiuszok (R) nem csökkenhetnek a belső rádiuszok (r) fele alá. Ha $r/R=2$, akkor (1) alatti megoldásunk első alakjában az első tag mindenképp nulla és így bármely n esetében $n'=1$ (vákuum). Ha az r/R hányados 2 alá csökken, n' már nagyobb 1-nél; például ha $r=10$ cm, $R=6{,}8$ cm, $r/R=1{,}47$ és $n'=1{,}132$. A 2. ábrában az alsó vastag egyenes $n=1{,}5$-hez, a fölötte levő $n=2$-höz tartozik. Ha $r/R=1$, akkor $n'=(n+1)/2$. Ha $r/R<1$, akkor a két külső lencse szóró meniszkuszlencsévé válik, de a feladat most is megoldható.

Molnár Gyula (Hajduszoboszló; Hőgyes E. g. III. o. t.)

Megjegyzés. A felhasznált képletek csak vékony lencsékre érvényesek (Dombi L., Jung J., Vozáry E.). Ha véges vastagságú lencsékkel számolunk (lásd az erről szóló cikket), akkor az 1. ábra bal oldali rajzán látható, $r/R=1{,}47$, $n=1{,}5$, $n'=1{,}132$ adatokhoz tartozó, az ábra méretében elkészült lencserendszer tényleges gyújtótávolsága nem végtelen, hanem $-21{,}35$ cm lenne. Ha a rádiuszok megtartásával úgy toljuk össze a felületeket, amint az az 1. ábra bal oldali rajzán látható, akkor a vastagságok szerepe elhanyagolható.